

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-233543

(43)Date of publication of application : 13.09.1996

(51)Int.Cl.

G01B 11/16

G01R 31/00

(21)Application number : 07-039699

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 28.02.1995

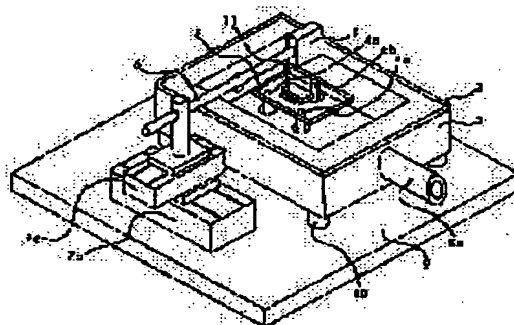
(72)Inventor : KITANO MAKOTO  
MINAMITANI RINTARO  
HATSUDA TOSHIO  
NISHIMURA ASAO  
NAGATA TATSUYA

## (54) THERMAL DEFORMATION MEASURING APPARATUS

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To simply and accurately measure the two-dimensional out-of-surface thermal deformation of an article.

**CONSTITUTION:** The thermal deformation measuring apparatus comprises a thermostatic chamber 2 for varying the temperature of a sample 11, means for measuring the deformation of the sample 11, and a controller for controlling the measurement of the deformation and the temperature of the chamber. The upper surface of the chamber 2 is covered with a transparent plate 3. An optical non-contact displacement meter 1 is provided above the plate 3. The meter 1 is scanned in a two-dimensional plane, the distance between the sample provided in the chamber 2 and the meter 1 is sequentially measured, and the measured results are recorded in a memory provided in the controller.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3608241

[Date of registration] 22.10.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-233543

(43) 公開日 平成8年(1996)9月13日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 B 11/16

G 0 1 R 31/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 B 11/16

G 0 1 R 31/00

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平7-39699

(22) 出願日

平成7年(1995)2月28日

(71) 出願人

000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者

北野 誠

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72) 発明者

南谷 林太郎

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72) 発明者

初田 俊雄

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(74) 代理人

弁理士 小川 勝男

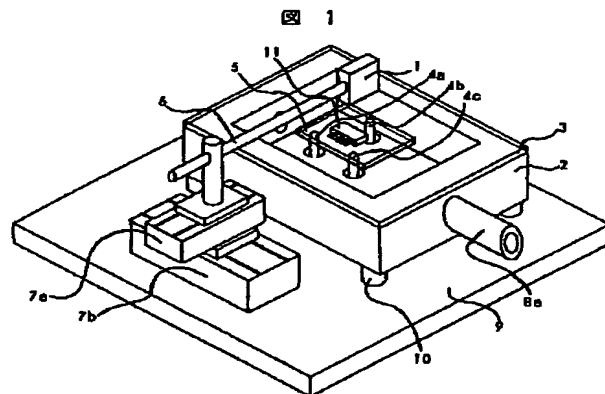
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱変形測定装置

(57) 【要約】

【構成】熱変形測定装置を試料11の温度を変化させるための恒温槽2と、試料11の変形を測定する手段と、変形測定及び恒温槽温度を制御する制御装置から構成し、恒温槽2の上面を透明板3で被い、透明板3の上方に光学式非接触の変位計1を設け、変位計1を2次元平面内に走査して恒温槽2内に設けた試料と変位計1間の距離を逐次測定し、測定結果を制御装置内に設けられた記憶装置に記録する。

【効果】本発明による熱変形測定装置は、物体の2次元の面外熱変形を簡便に精度良く測定することができるので、電子部品で問題となる熱変形を把握するのに役立つ。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】試料の温度を変化させるための恒温槽と、試料の変形を測定する手段と、変形測定及び恒温槽温度を制御する制御装置を具備した熱変形測定装置において、恒温槽の上面を透明板で被い、該透明板の上方に光学式非接触の変位計を設け、該変位計を 2 次元平面内に走査して恒温槽内に設けた試料と該変位計間の距離を逐次測定し、測定結果を該制御装置内に設けられた記憶装置に記録することを特徴とする熱変形測定装置。

【請求項 2】請求項 1 に記載の熱変形測定装置において、該変位計の走査を行う手段として、パルスモータ駆動のねじ式ステージを用い、該ステージの位置決め制御を該制御装置によりデジタル制御方式にて行うことを特徴とする熱変形測定装置。

【請求項 3】請求項 1 に記載の熱変形測定装置において、該恒温槽の底面に穴をあけ、この穴に線膨張係数が  $1 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$  以下の材料で作られた支持部材を通し、該支持部材の下端を定盤に固定し、該支持部材の上端で試料を支持することを特徴とする熱変形測定装置。

【請求項 4】請求項 1 に記載の熱変形測定装置において、加熱冷却装置で温度調整した空気を該恒温槽に送り込むことにより試料の温度設定を行うことを特徴とする熱変形測定装置。

【請求項 5】請求項 1 に記載の熱変形測定装置において、2 回以上行った同一仕様の走査における、試料と該変位計間の距離の測定データを、該記憶装置に記憶し、任意の 2 組の該データの差を演算することにより、試料の変位量を求めることを特徴とする熱変形測定装置。

【請求項 6】請求項 1 に記載の熱変形測定装置において、半導体レーザー発生素子で発生したレーザー光を試料に反射させ、その反射光の位置を半導体位置センサで検出することにより試料と変位計間の距離を測定する方法による変位計を用いたことを特徴とする熱変形測定装置。

【請求項 7】請求項 2 に記載の熱変形測定装置において、試料と該変位計間の距離を測定する際に、該変位計の走査を停止して一定の時間静止させ、その後に試料と該変位計間の距離の測定を行うことを特徴とする熱変形測定装置。

【請求項 8】請求項 2 に記載の熱変形測定装置において、ねじ式ステージのねじのバックラッシュをキャンセルするようなねじの回転制御を随時行うことを特徴とする熱変形測定装置。

【請求項 9】請求項 2 に記載の熱変形測定装置において、変位測定に先立ち、測定範囲の周囲に沿って該変位計を 1 周だけ移動させることを特徴とする熱変形測定装置。

【請求項 10】請求項 3 に記載の熱変形測定装置において、該支持部材を 3 本の石英棒から構成し、3 本の該支持部材上端に石英板を載置し、該石英板の上に試料を載置することを特徴とする熱変形測定装置。

【請求項 11】請求項 5 に記載の熱変形測定装置において、同一仕様の走査を試料の温度を変えて 2 回以上行い、任意の 2 組の該データの差を演算することにより、試料の熱変形量を求めることを特徴とする熱変形測定装置。

【請求項 12】請求項 5 に記載の熱変形測定装置において、試料の変位量をディスプレイ装置に表示する機能を該制御装置に付加したことを特徴とする熱変形測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、物体の面外の熱変形を測定する装置に係り、特に物体の面外熱変形の 2 次元分布を測定するのに好適な熱変形測定装置に関するものであり、特に電子部品の熱変形を測定するのに特に適している。

## 【0002】

【従来の技術】半導体装置などの電子部品は、基本的に線膨張係数の異なる板状の部材を積層した構造になっている。このため、このような電子部品の温度変化が加わると、バイメタル効果により部品が面外変形し、反りが生じる。その結果、電子部品の構成部材や接合部分に応力が加わり、破壊が生じることがある。このように電子部品の開発においては、熱変形に対する配慮が重要であり、使用する材料の選定や試作した電子部品の評価を行うために、熱変形の測定装置が必要になる。

【0003】電子部品の熱変形の測定方法としては、測定しようとする試料に針を当て加熱し、反対側の針の変位を測定することにより、資料の熱変形を測定する方法が特開平 1-237476 号公報に開示されている。

【0004】別の電子部品の熱変形の測定方法としては、モアレ法による測定方法が第 41 回エレクトロニクス コンポーネンツ アンド テクノロジー コンファレンスのプロシーディングズ (1991 年) の第 382 頁から第 387 頁 (Proceedings of 41st Electronic Components and Technology Conference, (1991), pp382-387) に記載されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術のうち、針を用いた接触式の方法は、基本的に 1 点しか測定することができない。針の数を増やせば、複数の点の変位が測定できるものの、その数は自ずと限度があり、また、密集した複数の点の変位を測定することができないという欠点がある。特に上述のように電子部品の熱変形は反りが問題になることが多いので、複数の連続した点の変位を知る必要があり、この目的に対してはこの方法は不向きである。

【0006】モアレ法による熱変形測定法は、測定する

面の任意の変位が測定でき、2次元情報が得られるので、上記目的には合致する。しかしこの方法は光の干渉縞を利用しているので、変位を数値化するためのデータ処理に特殊な技術を必要とし、測定精度にも問題がある。更に測定できる変位の範囲も小さい。

【0007】本発明は、特に電子部品を中心とする物体の面外熱変形の2次元分布を簡便に精度良く測定する装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、熱変形想定装置を試料の温度を変化させるための恒温槽と、試料の変形を測定する手段と、変形測定及び恒温槽温度を制御する制御装置から構成し、恒温槽の上面を透明板で被い、該透明板の上方に光学式非接触の変位計を設け、該変位計を2次元平面内に走査して恒温槽内に設けた試料と該変位計間の距離を逐次測定し、測定結果を該制御装置内に設けられた記憶装置に記録することで達成される。

【0009】変位計の走査を行う手段としては、パルスモータ駆動のねじ式ステージを用い、該ステージの位置決め制御を制御装置によりデジタル制御方式にて行うことが有効である。変位の測定方法としては、試料と該変位計間の距離を測定する際に、該変位計の走査を停止して一定の時間静止させ、その後に試料と該変位計間の距離の測定を行うこと、ねじ式ステージのねじのバックラッシュをキャンセルするようなねじの回転制御を随時行うこと、及び変位測定に先立ち、測定範囲の周囲に沿って該変位計を1周だけ移動させることが有効である。

【0010】更に、恒温槽の底面に穴をあけ、この穴に線膨張係数が $1\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以下の材料で作られた支持部材を通し、支持部材の下端を定盤に固定し、支持部材の上端で試料を支持することにより、測定精度を向上させることができる。この支持部材を3本の石英棒から構成し、3本の該支持部材上端に石英板を載置し、該石英板の上に試料を載置することが望ましい。

【0011】また、試料の加熱方法としては、熱風発生装置（加熱冷却装置）で加熱（温度調整）した高温の空気を恒温槽に送り込むことにより試料の温度設定を行うことが好ましい。冷却は、冷凍機で冷却した空気を恒温槽に送り込むことにより行うことが好ましい。

【0012】本発明による熱変形測定装置では、2回以上行った同一仕様の走査における試料と該変位計間の距離のデータを該記憶装置に記憶し、任意の2組の該データの差を演算することにより、試料の変位量を求めることができ、夫々の走査を温度を変えて行うことにより（つまり同一仕様の走査を試料の温度を変えて2回以上行い、任意の2組の該データの差を演算することにより）、熱変形量を求めることができる。光学式変位計の原理としては、半導体レーザー発生素子で発生したレーザー光を試料に反射させ、その反射光の位置を半導体位置セ

ンサで検出することにより試料と変位計間の距離を測定する方法が望ましい。そして、試料の変位量をディスプレイ装置に表示する機能を該制御装置に付加することが本発明の目的に添っている。

【0013】

【作用】本発明による熱変形測定装置は、恒温槽の上面を透明板で被い、該透明板の上方に光学式非接触の変位計を設け、該変位計を2次元平面内に走査して恒温槽内に設けた試料と該変位計間の距離を逐次測定し、測定結果を該制御装置内に設けられた記憶装置に記録することができるので、試料の面外熱変形の2次元分布を高精度に求めることができる。

【0014】変位計の走査を行う手段として、パルスモータ駆動のねじ式ステージを用い、該ステージの位置決め制御を制御装置によりデジタル制御方式にて行い、しかもねじ式ステージのねじのバックラッシュをキャンセルするようなねじの回転制御を随時行うので、変位計の位置決め精度が高い。さらに、恒温槽の底面に穴をあけ、この穴に線膨張係数が $1\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以下の材料で作られた支持部材を通し、支持部材の下端を定盤に固定し、支持部材の上端で試料を支持するので、恒温槽の熱変形や振動の影響を受けることがない。また、加熱冷却装置で温度調整した空気を恒温槽に送り込むことにより試料の温度調整を行うので、試料の加熱冷却速度が速く、温度分布が小さい。

【0015】本発明による熱変形測定装置では、2回以上行った同一仕様の走査における試料と該変位計間の距離のデータを該記憶装置に記憶し、任意の2組の該データの差を演算することにより、試料の変位量を求めるので、任意の温度変化に対する熱変形を容易に求めることができる。

【0016】光学式変位計の原理としては、半導体レーザー発生素子で発生したレーザー光を試料に反射させ、その反射光の位置を半導体位置センサで検出することにより試料と変位計間の距離を測定する方法が用いられ、測定の際に、変位計の走査を停止して一定の時間静止させ、その後に試料と該変位計間の距離の測定を行うので、測定精度が高く、しかもデータ処理が容易である。そして、試料の変位量をディスプレイ装置に表示する機能を該制御装置に付加するので、測定者は、試料の面外変位の2次元分布を容易に理解することができる。

【0017】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。◆図1は、本発明の実施例の概略を示す斜視図であり、図2は本発明の実施例の概略を示す断面図である。恒温槽2は定盤9の上に支持柱10を介して設置されている。恒温槽2の上面は、透明板3で被われている。透明板3の材質は、例えば耐熱ガラスを用いる。またこのガラスを2重ガラス構造とすることにより、恒温槽の断熱効率を向上させることができる。恒温槽2の底面には

5

穴が3箇所あけられており、この穴には支持部材4a、4b、4cが通されている。支持部材4a、4b、4cの材質は線膨張係数の小さな材料を用いる必要があり、例えば石英を用いる。支持部材の形状は円柱状又はパイプ状である。

【0018】支持部材4a、4b、4cの上端には試料設置板5が載置されている。試料設置板5も石英を用いる。さらに試料設置板5の上には、試料11が載置されている。定盤9の上にはy方向移動用のステージ7bが固定されており、更にその上には、x方向移動用のステージ7aが固定されている。これらのステージは、パルスモータ駆動のねじ式ステージを用いる。ステージ7aには、変位計支持治具6を介して変位計1が固定されている。変位計1が試料11の上方に位置するように変位計支持治具6が調整されている。

【0019】本実施例では、半導体レーザー発生素子で発生した可視レーザー光を試料に反射させ、その反射光の位置を半導体位置センサで検出することにより試料と変位計間の距離を測定する方法による変位計を用いた。従って、試料に当たるレーザー光が目視できるので、測定位置を容易に知ることができる。恒温槽2の側面には熱風を供給するためのダクト8aと排気するためのダクト8bが接続されており、図では省略しているが、ダクト8aは断熱パイプにより熱風発生装置に接続されている。

【0020】図2には空気の流れを矢印で示した。なお、図1と図2では、変位計1とステージ7a、7bに接続される電気配線を省略した。

【0021】図3に本発明の実施例における制御線図を示す。本実施例では、コンピュータ、ディスプレイ、ステージコントローラ、変位計コントローラ、温度コントローラから制御装置が構成されている。

【0022】データの入出力はコンピュータを利用して行われ、ステージコントローラ、変位計コントローラ、温度コントローラはコンピュータの指令により作動し、それぞれステージ、変位計、熱風発生装置の制御を行う。変位計で測定したデータはコンピュータに転送され、コンピュータに内蔵された記憶装置に記録される。測定データはコンピュータにより適当なデータ処理が加えられ、ディスプレイに表示される。

【0023】図4は、本実施例の熱変形測定装置の動作を示すフローチャートである。以下この図を用い、測定手順を説明する。本実施例では、試料の2次元の面外熱変形分布を測定するため、変位計を矩形領域の各格子点に移動させる。そのため、まずx、y両方向の測定間隔と測定点数を入力する。

【0024】次に、測定回数（温度ステップの回数）とそれぞれのステップにおける設定温度を入力する。測定に先立ち変位計を測定領域の周囲に沿って1周させる。試料に当たった変位計からのレーザー光を測定者が目視

6

することにより、測定領域の確認を行うことができる。

【0025】若しこの時、測定領域が間違っていれば、最初に戻る（図4ではこの機能は省略した）。次に測定に入る。まず、座標の原点に変位計を移動させ、恒温槽の温度をステップ1の設定値に制御する。温度が安定したら、変位計をx方向にdxづつ移動させる。変位計を静止させた後、試料と変位計の間の距離を測定し、測定値をコンピュータに転送して記録する。x方向にdxづつNx回測定したら、今度はy方向にdyだけ移動し、再びx方向にdxづつNx回測定する。この操作をy方向にNy回だけ行い、温度ステップ1の測定を完了する。

【0026】フローチャートでは省略したが、変位の測定を行う場合には、必ずねじの回転方向を同じにして停止する。これは、ねじのバックラッシュによる位置決め精度低下を防ぐためである。次に、温度をステップ2の設定値に制御し、同様の変位測定を行う。最後の温度ステップまで測定を完了したら、測定条件と測定結果を1つのデータセットとして記録する。

【0027】測定結果の表示は、データセットをコンピュータに読み込ませることにより行う。所定のデータの演算を行って、その結果をディスプレイに表示する。ここで言う所定の演算とは、例えば任意のステップの変位と他のステップの変位の差を計算することであり、この演算により、これらのステップの間で生じた熱変形を求めることができる。

【0028】本実施例による熱変形測定装置は、変位計を2次元平面内に走査して測定を行うので、試料の面外熱変形の2次元分布を高精度に求めることができる。変位計の走査を行う手段として、デジタル制御方式のパルスモータ駆動ねじ式ステージを用い、しかもねじ式ステージのねじのバックラッシュをキャンセルするようなねじの回転制御を随時行うので、変位計の位置決め精度が極めて高い。

【0029】更に、線膨張係数の小さい石英製の支持部材を介して試料を直接定盤で支持するので、試料は恒温槽に接しておらず、恒温槽の熱変形や振動の影響を受けることがない。また、熱風発生装置で加熱した高温の空気を恒温槽に送り込むことにより試料の加熱を行うので、試料の昇温速度が高く、温度分布が小さい。

【0030】光学式変位計の原理としては、半導体レーザー発生素子で発生したレーザー光を試料に反射させ、その反射光の位置を半導体位置センサで検出することにより試料と変位計間の距離を測定する方法が用いられるので、測定精度が高く、しかもデータ処理が容易である。

【0031】更に、測定の際に、変位計の走査を停止して一定の時間静止させ、その後に試料と該変位計間の距離の測定を行うので、変位計支持治具などの振動による測定誤差をなくすることができる。そして、測定データをコンピュータにより処理し、ディスプレイ装置に表示す

7

るので、測定者は試料の面外変位の 2 次元分布を容易に理解することができる。

【0032】図 5 に発明者が試作した本実施例による熱変形測定装置で測定した電子装置の面外熱変形測定例を示す。熱変形の形状が非常に高精度にしかも理解し易く測定されていることがわかる。

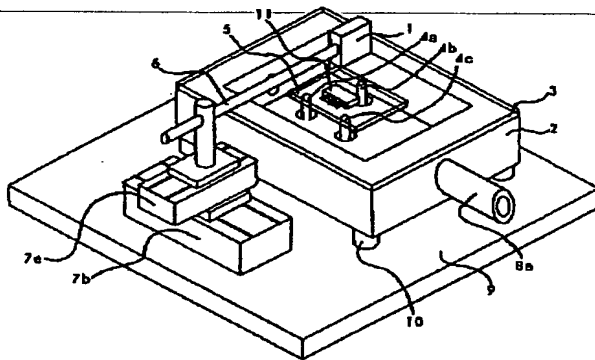
【0033】

【発明の効果】以上述べた様に本発明による熱変形測定装置は、物体の 2 次元の面外熱変形を簡便に精度良く測定することができるので、電子部品で問題となる熱変形

【図面の簡単な説明】

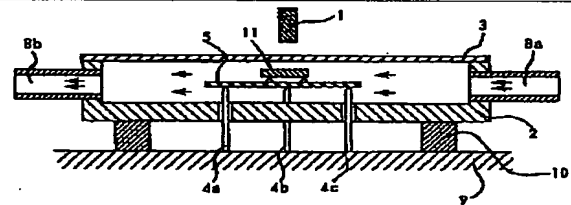
【図 1】

図 1



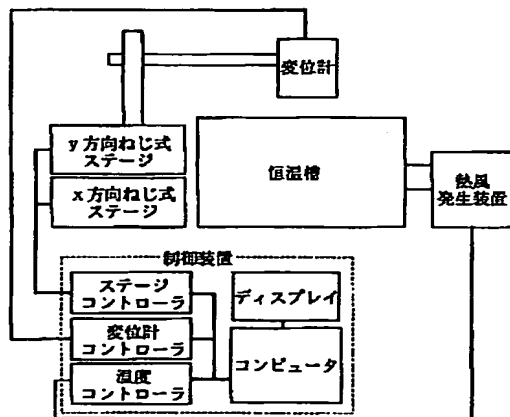
【図 2】

図 2



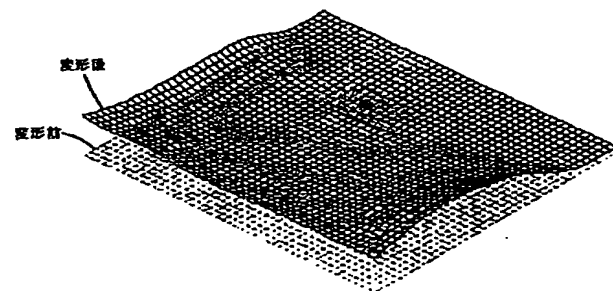
【図 3】

図 3



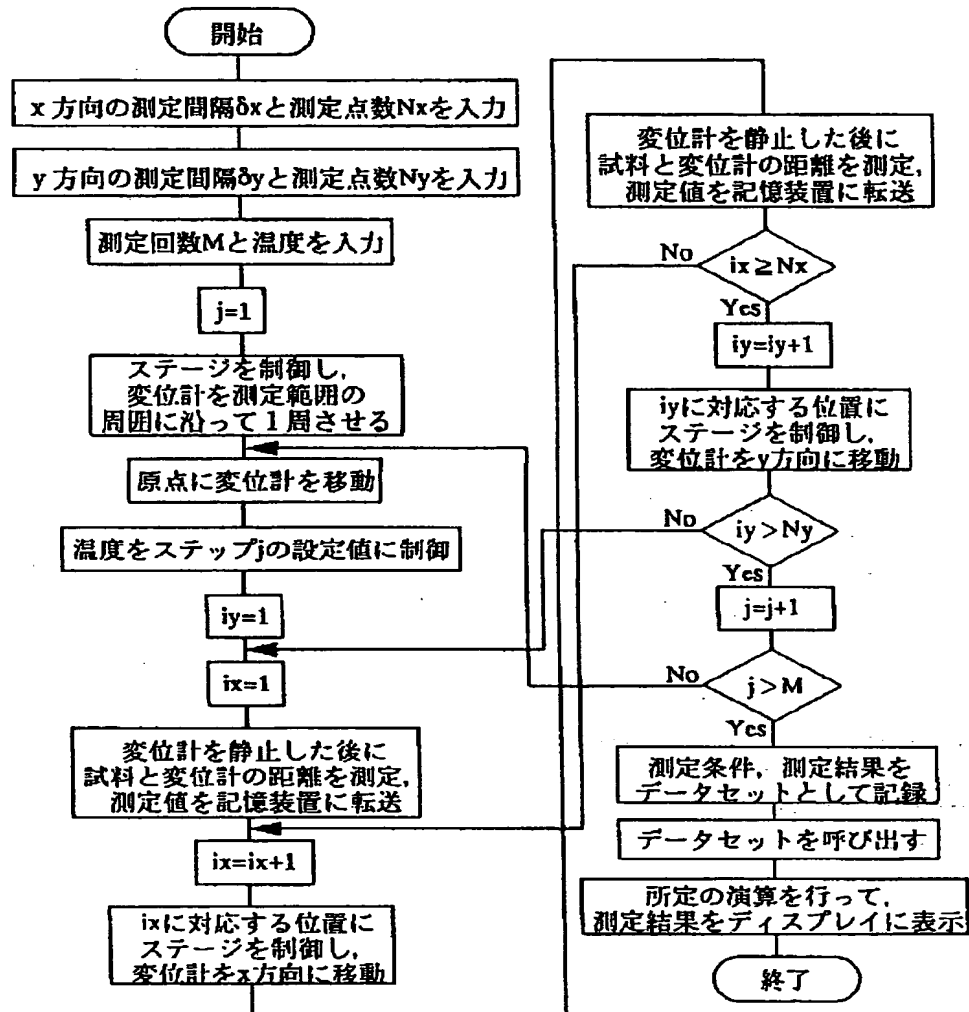
【図 5】

図 5



【図4】

図 4



フロントページの続き

(72)発明者 西村 朝雄  
茨城県土浦市市立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 永田 達也  
茨城県土浦市市立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**